

ВІДГУК

офіційного опонента **про дисертаційну роботу Шепеленко Марії**

Іванівни «Вдосконалення технічної системи «змішувач-конвеєр» в питаннях оптимізації кінцевої обробки шихтових матеріалів», представлену до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань «Механічна інженерія» (код 13) за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування»

Актуальність теми дисертаційної роботи. Відомо, що металургія України представляє одну з базових і стратегічно важливих галузей її народного господарства, приносячи значний відсоток промислового виробництва держави та валютних надходжень в Україну. Все це забезпечується металургійним комплексом, який включає підприємства з видобутку та збагачення руд металів, виробництва чавуну, сталі, прокату та іншої металевої продукції.

Найбільш відповідальним етапом металургійного виробництва є підготовка шихти. При цьому багато операцій присвячено змішуванню сипких матеріалів. Цей процес в своїй суті містить технічну суперечність. З одного боку, продуктивність змішування повинна відповідати продуктивності всіх апаратів технологічного ланцюга, оскільки мова йде про безперервний процес. Збільшення продуктивності можливо за рахунок зменшення часу перебування шихти в змішувачі. З другого боку, такий шлях призводить до зменшення однорідності шихти, тобто погіршення її якості. Роторні змішувачі забезпечують високу продуктивність, оскільки змішують шихту при її транспортуванні конвеєром. Але при цьому важко забезпечити належну якість продукту.

Вважаючи, що тематика дисертаційної роботи М.І. Шепеленко присвячена рішенням саме таких питань, **відзначимо сучасність та актуальність проблеми, яка досліджується у роботі.**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконані у дисертаційній роботі дослідження можна віднести до одного з пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки, відзначеному у відповідному Законі України і пов'язаному з розвитком науково-технічного потенціалу країни. На кафедрі гірничих машин та обладнання Криворізького національного університету. цей напрямок реалізується виконанням тематики «Дослідження існуючих конструкцій та технології виготовлення роликів роликоспор стрічкових конвеєрів» № 0118U0006561 й

«Підвищення якості процесів проектування, виготовлення та експлуатації машин» № 0118U006690, у рамках якої виконувалися бюджетні науково-дослідні роботи та одержані основні результати досліджень дисертанта.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації. Правомірність основних наукових і практичних результатів, представлених в дисертації М.І. Шепеленко, підкріплена переконливими розрахунками та експериментальними даними, які одержані за відомими та розробленими методиками досліджень, використанням фундаментальних закономірностей теоретичної і експериментальної механіки, математичної статистики, методів теорії сипкого середовища.

Зроблені в роботі висновки та рекомендації витікають з логічного аналізу одержаних розрахунково-аналітичних рішень та результатів експериментальних досліджень.

Достовірність результатів досліджень забезпечується їх відповідністю відомим результатам і установленим закономірностям, а також ретельно виконаними таруваннями при проведенні експериментів. Також достовірність одержаних результатів підтверджується коректністю побудови розроблених моделей, доцільністю використання положень базових фундаментальних наук, сходимістю розрахунково-аналітичних результатів з експериментальними та експлуатаційними даними, широкою апробацією результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Виконаний в дисертаційній роботі М.І. Шепеленко комплекс експериментальних, теоретичних і розрахункових досліджень та їх трактування дозволяє сформулювати наступний **основний новий науковий результат роботи**, що стосується удосконалення технічної системи «роторний змішувач-конвеєр» безперервної дії для підготовки шихтових матеріалів до спікання на основі встановлення закономірностей, які описують вплив її конструктивних і режимних параметрів на якість суміші. Для одержання цього результату вирішено кілька нових задач, а саме:

- запропонована нова конструкція і алгоритм обрання конструктивних і робочих параметрів вібруючої опори конвеєрної стрічки;
- розроблено алгоритми визначення конструктивних і робочих (режимних) параметрів лопаткового ротору, зокрема, одержано аналітичну залежність, яка описує

вплив конструктивних, режимних параметрів на характер руху частинок матеріалу після сходу з лопаток ротора, що рівномірно обертається, у горизонтальній площині псевдов'язкого середовища;

- на основі лабораторних досліджень одержано регресійні залежності технологічних показників технічної системи «роторний змішувач-конвеєр» у вигляді лінійного полінома з урахуванням взаємного впливу варійованих параметрів і на їх основі визначено ступінь впливу кожного з чинників на продуктивність і якість змішування.

Практичне значення результатів дослідження. Визначено ефективність підготовки суміші в технологічному процесі виробництва окатишів та з'ясовано, що застосування роторного змішувача в удосконаленій технологічній схемі підготовки окатишів до спікання дозволяє не менш як на 2,5% знизити вміст некондиційного класу по сирих окатишам без вібраційного впливу на матеріал та на 3,8% з ним;

В результаті експериментальних лабораторних досліджень встановлено, що раціональний режим для роботи системи «роторний змішувач - конвеєр» досягається при оптимальній висоті шару матеріалу, $H = 0,2$ м та частоті оберту валів ротору $\omega = 15$ с⁻¹.

Шляхи використання результатів досліджень.

– надані рекомендації, щодо вдосконалення технологічної схеми підготовки шихтової суміші для процесів випалу та агломерації для умов ПАТ «ЦГЗК»;

– розроблено інженерну методику розрахунку і вибору основних технічних параметрів системи «роторний змішувач-конвеєр» безперервної, горизонтально-направленої дії, яка використана підприємствами ТОВ «КВМШ плюс», м. Кривий Ріг, а також ДП «Криворізька вища металургійна школа» при проектуванні та виготовленні його для умов ПАТ «ЦГЗК».

Повнота висвітлених наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Основні наукові результати дисертаційної роботи, які представлені до захисту, доповідалися на багатьох авторитетних конференціях та достатньо повно висвітлені у публікаціях: всього опублікованих робіт – 14, з яких 7 статей - у фахових виданнях (включаючи проіндексовані у міжнародних науково-метричних базах Scopus – 1, WebofScience -1), 1 - патент України на корисну модель, 6 - матеріали та тези доповідей конференцій.

Про зміст роботи. Дисертаційна робота викладена на 144 сторінках, включаючи 48 рисунків, 14 таблиць, списку використаних джерел з 111 найменувань, загальних висновків, додатків А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З. Загальна характеристика виконаного дослідження наведена у вступі, зміст дисертації викладено у чотирьох розділах.

У першому розділі приведено огляд і аналіз конструкцій змішувачів металургійного виробництва. Наведено аналіз літературних джерел, присвячених проблемі змішування шихти. Знайдено динаміку інтересу до змішувачів як до технічного об'єкту. Закінчується розділ постановкою задач дослідження.

У другому розділі дисертації вирішується проблема обґрунтування конструктивних і енергосилових параметрів роторного змішувача. Розроблено алгоритм визначення роботи для змішування матеріалу. Ретельно здійснено теоретичне обґрунтування функціонування ексцентрикового ролику. Те ж саме стосується і лопаткового ротору. Побудовано профіль лопатки ротору роторного змішувача, що здійснює занурення в масив матеріалу з найменшими втратами при найменшому зношуванні лопатей.

Третій розділ містить експериментальні дослідження процесів змішування. Метою лабораторних досліджень було отримання математичної моделі процесу змішування в технічній системі «роторний змішувач-конвеєр» а також визначення його раціональних конструктивних параметрів, що впливають на якість змішування матеріалу. Для досягнення поставленої мети було побудовано лабораторну модель системи «роторний змішувач - конвеєр» безперервної дії. Отримано математичні моделі, що описують процес змішування матеріалу в технічній системі. На підставі одержаних математичних моделей встановлено, що найбільший вплив на якість змішування матеріалу має поєднання тросового та лопатного роторів. Встановлено, що для дослідної системи «роторний змішувач-конвеєр», при постійних конструктивних та кінематичних параметрах стрічки конвеєра якість змішування лінійно залежить від висоти шару матеріалу.

У четвертому розділі розглянуто промислові дослідження роторного змішувача. Промислові дослідження проводилися на фабриці огрудкування Центрального гірничо-збагачувального комбінату (м. Кривий Ріг) на ділянці підготовки шихтових матеріалів. Визначена потужність привода конвеєра при його

роботі без змішувача та з ним, під вібраційним впливом та без нього. Встановлено, що потужність привода конвеєра при роботі зі змішувачем та з застосуванням ексцентричних роликів опор збільшується на 8%. Але таке підвищення допустиме, так як привод не завантажено на 20%.

Висновки містять основні результати дисертаційного дослідження і витікають з одержаних та проаналізованих даних досліджень.

Зауваження по суті виконаних досліджень.

1. При дослідженні «динаміки інтересу до змішувачів» обрано глибину в 20 років. При цьому з'ясовано, що щорічно виходить від 10 до 35 джерел по обраній проблемі. Здається, що це не зовсім повна інформація, оскільки в списку джерел їх присутньо тільки 111. Значна частина тут не стосується саме змішувачів, і, практично, відсутня інформація про дослідження змішувачів закордонними вченими.

2. Не ясно, на яких підставах для потужності обраного ротора застосовується ϕ . (2.2) і яке походження в знаменнику числа 9,55.

3. Не зрозуміло, чим обмежується прогин тросу в т. С, який встановлено в 2 мм (с.58). До речі, цю задачу дисертант намагається вирішити, уявив канат як тверде пружне тіло. Це принципово невірно, не відомо, яким при цьому буде модуль пружності Е, який може змінюватися при переході від розтягування до згину і т. ін.

4. Не зрозуміло, чому не враховано імпульс сили руху конвеєрної стрічки з матеріалом на тросовий ротор, так, як це зроблено для лопаткового ротору (с.60).

5. Бракує обґрунтування алгоритму визначення потужності на підкидання матеріалу. Якщо це відоме рішення, то необхідне посилення. Не ясно, як вираховуються компоненти ϕ . (2.25) – (2.27).

6. В р. 2.3 визначається максимально можливий ексцентриситет опорного ролика стрічки. Здається потрібно визначати і мінімально можливий ексцентриситет. Стрічка не жорсткою і можлива така монтажна ситуація, коли амплітуда коливань стрічки буде менша за ексцентриситет.

7. Розділ 2.6 «Визначення зони **розсівання** частинок» не зовсім відповідає своїй назві, оскільки наведений алгоритм стосується тільки визначення детермінованої (з ймовірністю 50%) дальності польоту. Щоб отримати зону розсіву треба задатися варіацією початкових показників, чого немає в тексті. Тому не є

зрозумілим, як отримано графік 2.20. До того ж, не сказано, як траєкторія польоту впливає на ефективність змішування.

8. Опонент не знайшов в тексті посилання на додаток А. В самому додатку відсутні коментарі до використання наведеною програмою.

9. Не наведено, скільки проб і який їхній розмір (маса, об'єм) було зроблено для визначення однорідності продукту при лабораторних випробуваннях.

10. Не зрозуміло, чому в регресійній моделі (3.4) не враховано коефіцієнти взаємовпливу чинників. Адже з попередніх експериментів видно, що частота обертання ротору по-різному впливають на результати (рис. 3.4.).

11. Наведений в 3 розділі методиці обробці результатів ПФЕ бракує операцій оцінювання значимості коефіцієнтів b_i та адекватності самої моделі.

12. Як результат випробувань отримана лінійна залежність між продуктивністю і однорідністю змішування. Чим більшою є продуктивність, тим якісніше змішування (рис. 3.9). Але немає пояснень і обговорення цього неочікуваного феномену.

Щодо оформлення та викладу матеріалу.

1. По тексту дисертації спостерігаються граматично-термінологічні неточності: *впровадження в матеріал* замість *занурення* (с.93), *можна вважати певними* замість *визначеними* (с.92), *валок* (це інструмент) замість *ролик* чи його корпус. Незвичайно застосовується термін *конструктив* в випадку будова або конструкція.

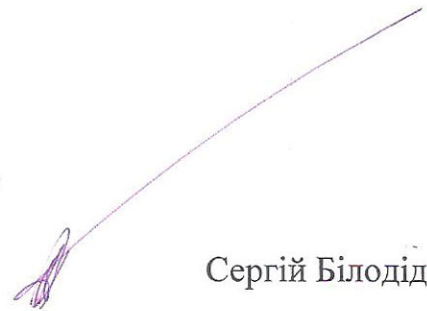
Загальний висновок по дисертації. В цілому ж дисертаційна робота М.І. Шепеленко є завершеною, цілісною науковою розробкою, яка присвячена актуальній проблемі металургії і машинобудування та має наукове і прикладне значення. В ній отримані нові теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності дозволяють вирішити важливу задачу – підвищення якості кінцевої обробки шихтових матеріалів шляхом удосконалення устаткування для змішування за конструктивними і режимними параметрами.

За об'єктом і предметом дослідження, характером вирішених задач і отриманими результатами дисертаційна робота відповідає паспортам спеціальностей, які об'єднані у спеціальності 133 - «Галузеве машинобудування».

За науковим рівнем, новизною одержаних результатів, їх теоретичній і практичній значимості та обсягом виконаних досліджень, результатами апробації та публікаціями дисертаційна робота відповідає вимогам пункту 8 «Положення про порядок присудження наукових ступенів», а її автор Шепеленко Марія Іванівна заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 - «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри машин і агрегатів
металургійного виробництва Українського
державного університету науки і технологій,
доктор технічних наук, професор



Сергій Білодіденко

Підпис доктора технічних наук, професора С.Білодіденка засвідчую:

